

металлургического холдинга медной отрасли России. М. : Изд. дом «Руда и Металлы», 2016. 232 с.

5. Алтушкин И. А., Король Ю. А., Голов А. Н. Инновации в металлургии меди на примере реализации проекта реконструкции ЗАО «Карабашмедь». Ч. 1. Выбор основного плавильного агрегата // Цветные металлы. 2012. № 8. С. 25–34.

6. Shijie Wang. Copper leaching from chalcopyrite concentrates // Journal of Metallurgy. 2005. Vol. 57 (7). P. 48–51.

7. Ausmelt / Isasmelt Matte Smelting / W. G. Davenport, M. King, M. Schlesinger, A. K. Biswas // Extractive Metallurgy of Copper. 2002. Vol. 6 (8). P. 119–129.

8. Алтушкин И. А., Король Ю. А., Череповицын А. Е. Экономическая оценка инновационных решений проекта освоения Михеевского месторождения медно-порфировых руд // Горный журнал. 2012. № 8. С. 113–116.

УДК 691.5

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ НА СУЛЬФАТОСТОЙКОСТЬ БЕТОНА

THE INFLUENCE OF COMPLEX ADDITIVES ON THE SULPHATE RESISTANCE OF CONCRETE

Кудла Н. В., Беляков В. А.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
natalikudla@gmail.com

Kudla N. V., Belyakov V. A.

UralFederalUniversity, Ekaterinburg

Аннотация: В работе рассмотрено влияние комплексной добавки на свойства бетона. В качестве минеральной добавки предложен микрокремнезем, который способствует коррозионной стойкости бетона. Совместное введение минеральной и химической добавки увеличит сульфатостойкость бетонных конструкций, что позволит сохранить долговечность объектов и снизить энерго- и ресурсозатраты.

Abstract: The paper considers the influence of complex additives on the properties of concrete. As mineral additive microsilica is proposed, it contributes to the corrosion resistance of concrete. Combined introduction of mineral and chemical additives will increase the sulfate resistance of concrete structures, which will preserve the durability of facilities and reduce energy and resource costs.

Ключевые слова: сульфатостойкость; микрокремнезем; коррозия бетона; комплексная добавка; минеральная добавка; добавки в бетон.

Key words: sulphate resistance; microsilica; concrete corrosion; complex additive; mineral additive; additives in concrete.

В настоящее время проблемы повышения качества, долговечности, экономичности бетонов и растворов успешно решаются с помощью использования химических добавок.

Конструкции и материалы на основе цементного вяжущего, подверженные сульфатной коррозии, теряют свои физико-механические характеристики и свойства в результате кристаллизации малорастворимых солей в порах цементного камня, которые ограничивают рост кристаллов, вследствие значительных напряжений в стенках пор и капилляров, что приводит к разрушению структуры. Это коррозия кристаллизации, вызванная ростом кристаллов гипса, а также этtringита и таумасита [1].

Считается, что если этtringит образуется относительно гомогенно в свежеприготовленной смеси, то он называется первичными не является причиной разрушения цементосодержащих материалов [2].

Однако, когда этtringит образуется в уже затвердевшем цементном камне, такой этtringит называется поздним или вторичным, в жесткой структуре возникает неоднородное расширение, что является основой развития процессов трещинообразования и появления микротрещин.

Выделяют два типа вторичного этtringита в зависимости от того, воздействуют ли сульфаты на цементный камень из внешней среды, либо присутствуют в виде внутренних сульфат-источников [4].

Введение кремнеземистых добавок в цемент способствует повышению его коррозионной стойкости [3]. В этом случае протекает реакция



образующиеся гидросиликаты кальция менее растворимы в воде и практически не вступают в обменные реакции с сульфатами.

На сегодняшний день одним из источников получения минеральных добавок являются побочные продукты производств. Наибольшее распространение получили ультрадисперсные активные минеральные добавки, в частности, ультрадисперсные кремнеземы, которые позволяют получать бетоны с повышенными прочностными показателями.

Микрокремнезем – это отход производства кремнийсодержащих сплавов, представляющий собой, ультрадисперсный материал, состоящий из частиц сферической формы, размером 0,01–0,1 мкм. Основным компонентом этого материала является диоксид кремния аморфной модификации, содержащий до 95 % чистого аморфного кремнезема, который способен реагировать с известью, выделяемой портландцементом при его гидратации, с образованием нерастворимых в воде вяжущих.

Микрокремнезем благотворно влияет на структурообразование материала, создавая дополнительные центры кристаллизации, а также способствует уплотнению цементной матрицы.

Оптимальное количество микрокремнезема способствует повышению сульфатостойкости бетона и раствора.

Прочность бетона и раствора возрастает в агрессивной и водной среде, благодаря образованию гидросиликатов кальция и этtringита, которые заполняют поры и микротрещины в цементном камне.

В заключение можно сделать вывод, что проблемы повышения качества бетона были и остаются актуальными для строительной

отрасли. Использование отходов производства, в частности микрокремнезема, является эффективным способом получения высококачественных бетонов и растворов. Усилить эффект удастся за счет введения в смеси химических добавок. Цементные композиты на основе комплексных добавок могут эффективно использоваться при производстве сборного и монолитного железобетона, изделий и конструкций, работающих в агрессивных средах.

Введение в бетон добавки на основе микрокремнезема не потребует устройства дополнительных производственных линий. Помимо всего вышеперечисленного, комплексная добавка позволяет использовать цементы более низких марок, что может значительно снизить расходы при производстве бетонных и растворных смесей.

Ранее на кафедре «Материаловедение в строительстве» ИНМТ УрФУ совместно с компанией ООО «ПОЛИПЛАСТ – УралСиб» проводилось изучение влияния химических добавок на предмет их эффективности для снижения высолообразования в бетонах [5].

В настоящее время продолжаются экспериментальные исследования комплексной добавки «ПОЛИПЛАСТ ГФ» и микрокремнезема на предмет коррозионной стойкости бетона.

Список использованных источников

1. Федосов С. В., Базанов С. М. Оценка коррозионной стойкости бетонов при образовании и росте кристаллов системы эттрингит-таумасит // Строительные материалы: Наука. № 1. 2003. С.13–14.
2. Штарк И., Вихт В. Долговечность бетона. Киев : Оранта, 2004. С. 122–197.
3. Москвин В. М., Алексеев С. Н., Гузеев Е. А. О прогнозировании долговечности железобетонных конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах // Коррозия железобетона и методы защиты: сб. трудов НИИЖБ. 1959. Вып. 9. С. 30–35.
4. Турчин В. В., Юдина Л. В., Агаев Д. В. Влияние добавки микрокремнезема на сульфатостойкость цементно-песчаных тампонажных растворов // Современные проблемы гуманитарных и естественных наук: материалы XXIII междунар. науч.-практ. конф. М. : Научно-информационный издательский центр «Институт стратегических исследований», 2015. С. 36–37.
5. Выбор инновационных химических добавок на основе уральского сырья для снижения высолообразования в бетоне / Н. В. Кудла, В. А. Беляков // Проблемы безопасности строительных критичных инфраструктур: сборник материалов III междунар. конф. Екатеринбург : УрФУ, 2017. С. 272–277.